



Государственный комитет  
СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 836633

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 12.04.79 (21) 2751948/18-24

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 07.06.81. Бюллетень № 21

Дата опубликования описания 09.06.81

(51) М. Кл.<sup>3</sup>

G 06 F 1/02  
G 07 C 15/00

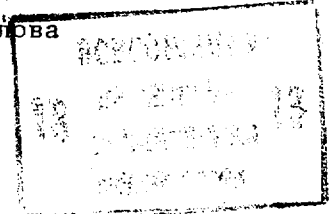
(53) УДК 681.325  
(088.8)

(72) Авторы  
изобретения

Э. А. Баканович, М. А. Орлов и Т. В. Горлова

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт



(54) ДАТЧИК СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ

1

Изобретение относится к области вычислительной техники и может быть использовано в качестве специализированной приставки к ЭВМ, а также для построения программно-управляемых генераторов случайных процессов.

Известен датчик случайных чисел, содержащий блок памяти, схемы сравнения, генератор равномерно распределенных чисел, шифратор и логические схемы управления, при воспроизведении непрерывных законов распределения [1].

Известен также датчик случайных чисел, использующий пересчет регулярных импульсов за случайный интервал времени, распределенный по известному закону. Недостатком этого датчика являются ограниченные функциональные возможности, так как используемый источник случайных интервалов времени не позволяет получать произвольные законы распределения [2].

2

Датчик случайных чисел, содержащий генератор случайных импульсов с управляемой интенсивностью, счетчик импульсов, вероятностный  $(1, m)$ -плюсник и блок памяти, является наиболее близким техническим решением к изобретению. Закон распределения формируемых случайных временных интервалов является вероятной смесью распределений Эрлинга, с помощью которой может быть воспроизведено произвольное непрерывное распределение. Недостатком датчика случайных чисел является невысокое быстродействие так как при масштабировании интенсивностей распределений Эрлинга различных порядков, входящих в смесь, всегда происходит значительное уменьшение интенсивности выходного потока по сравнению с интенсивностью первичного генератора случайных импульсов. Так как интенсивность выходного потока случайных временных интервалов с заданным распределением

невысока, невысока и средняя частота получения случайных чисел, что сужает область применения датчика случайных чисел [3].

Целью изобретения является повышение быстродействия датчика.

Для достижения поставленной цели в известный датчик случайных чисел, содержащий генератор случайных импульсов, вероятностный  $(1, m)$ -полосник, выход которого соединен со входом блока памяти, первый выход которого соединен с первым входом первого счетчика импульсов, введены второй и третий счетчики импульсов, генератор счетных импульсов, элемент И и группа элементов И, выход которой является выходом датчика, первый вход группы элементов И соединен с выходом второго счетчика импульсов, а второй вход группы элементов И является входом датчика и подключен ко входу вероятностного  $(1, m)$ -полосника, к первым входам второго и третьего счетчиков импульсов и ко второму входу первого счетчика импульсов, третий вход которого соединен с выходом генератора случайных импульсов, а выход первого счетчика импульсов соединен с первым входом элемента И, выход которого подключен ко второму входу второго счетчика импульсов, а второй вход элемента И подключен к выходу третьего счетчика импульсов, второй вход которого соединен со вторым выходом блока памяти, а третий вход третьего счетчика импульсов соединен с выходом генератора счетных импульсов.

На чертеже приведена структурная схема датчика случайных чисел.

Он содержит генератор 1 случайных чисел импульсов, первый 2 и второй 3 счетчики импульсов, генератор 4 счетчика 2 импульсов, третий счетчик 5 импульсов, блок 6 памяти, вероятностный  $(1, m)$ -полосник 7, элемент И 8 и группу 9 элементов И.

Вход датчика случайных чисел подсоединен к первым входам второго 3 и третьего 5 счетчиков импульсов, ко вторым входам счетчика 2 импульсов группы 9 элементов И и к входу запуска вероятностного  $(1, m)$ -полосника 7, выход которого соединен с адресным входом блока 6 памяти, первый выход которого подключен к первому входу счетчика 2 импульсов, а второй выход ко второму входу счетчика 5 импульсов. Третий вход счетчика 2 импуль-

сов соединен с выходом генератора 1 случайных импульсов, третий вход счетчика 5 импульсов подключен к выходу генератора 4 счетных импульсов. Выходы первого 2 и третьего 5 счетчиков подключены соответственно к первому и второму входам элемента И 8, выход которого соединен со вторым входом счетчика 3 импульсов, к выходу которого подключен через блок 9 выдачи случайных чисел выход датчика случайных чисел.

Рассмотрим основные функции, выполняемые каждым из структурных элементов датчика случайных чисел.

Генератор 1 случайных импульсов служит для формирования потока случайных импульсов с известным распределением временных интервалов между импульсами,

Счетчик 2 импульсов, допускающий установку произвольного начального состояния, предназначен для суммирования заданного числа импульсов (а следовательно, и временных интервалов между импульсами) с выхода генератора 1 импульсов, в результате чего сигнал на выходе счетчика 2 изменяет свое значение.

Счетчик 2 может быть выполнен по-разному. Например, он может постоянно работать только на вычитание, что обеспечивается введением в него по известным схемам соответствующих управляющих цепей (переноса, обратных связей и т.п.). Поэтому, когда в него заносится код  $n_k$ , то с помощью логических схем на выходе этого счетчика может быть сформирован единственный сигнал (потенциал), а именно через  $n_k$  случайных импульсов (интервалов) от генератора случайных импульсов в счетчике установится нуль и элемент И закроется запрещающим сигналом с выхода счетчика.

Счетчик 3 импульсов обеспечивает получение цифрового кода случайного временного интервала между моментами изменения выходного сигнала счетчика 2 импульсов.

Генератор 4 счетных импульсов служит для формирования потока импульсов, заполняющих случайный временной интервал между моментами изменения выходного сигнала счетчика 2 импульсов.

Счетчик импульсов 5 выполняет функции делителя частоты. При использова-

нии блока памяти 6 регистрового типа (когда при вопросе определенно-го адреса информация, хранящаяся по этому адресу, постоянно присут-ствует на выходе блока памяти 6 до смены адреса), этот счетчик может быть выполнен точно по схеме первого счетчика (т.е. работающим на вычита-ние), но во-первых, на выходе этого счетчика 5 появляется импульсный сиг-нал, а во-вторых, этим сигналом обе-спечивается восстановление кода  $f_k$  в счетчике 5.

Блок 6 памяти предназначен для хранения и выдачи по запросам кодиро-ванной информации в виде управляющих сигналов, осуществляющим перестрой-ку внутренних параметров датчика слу-чайных чисел. При этом первый выход служит для задания начального сос-тояния счетчика 2 случайных импуль-сов, а вторая группа выходов управляет коэффициентом пересчета счетчика 5 импульсов.

Управляемый вероятностный  $(1, m)$ -полюсник 7 обеспечивает случайный вы-бор адреса и блока 6 памяти с требуе-мой вероятностью выбора каждого ад-реса.

Элемент И 8 служит для управления прохождением на счетчик 3 импульсов с выхода счетчика 5 импульсов, запол-няющих случайный временной интервал между моментами изменения сигнала на выходе счетчика 2 импульсов.

Группа 9 элементов И предназначена для выдачи на выход датчика случайных кодов с выхода счетчика 3 импульсов.

Датчик случайных чисел работает следующим образом.

При поступлении на вход устрой-ства импульса опроса этот импульс обе-спечивает передачу через группу 9 эле-ментов И кода, хранящегося в счетчике 3, на выход датчика. Одновременно с этим импульс опроса поступает на вто-рой вход счетчика 2 импульсов, на пер-вые входы счетчиков 3 и 5 и переводит их в нулевое состояние, после чего за-пускает управляемый вероятностный  $(1, m)$ -полюсник 7, вырабатывающий сиг-нал опроса  $K$ -го адреса блока 6 па-мяти с заданной вероятностью  $P_k$ .

С помощью сигналов первой группы разрядных выходов  $K$ -го адреса блока 6 памяти, поступающих на первый вход первого счетчика 2 импульсов, задает-ся его начальное состояние - код па-

раметра  $n_k$ . На третий вход этого же счетчика с выхода первого генератора 1 случайных импульсов подается поток случайных импульсов с известными ин-тенсивностью  $\lambda$  и распределением ин-тервалов между импульсами.

Вторая группа разрядных выходов  $K$ -го адреса блока 6 памяти задает код параметра  $f_k$  или (что то же самое) код коэффициента  $\alpha_c$  пересчета счет-чика 5 импульсов, работающего в режи-ме делителя частоты. Этот код посту-пает на второй вход счетчика 5 им-пульсов, а на третий вход этого же счетчика с генератора 4 счетных им-пульсов подаются сигналы одинаковой частоты  $f$ .

С началом счета счетчик 2 импуль-сов выдает на выход разрешающий сиг-нал, который открывает элементы 8 по его первому входу. На второй вход элемента И 8 поступает поток регуляр-ных импульсов с частотой  $f_k$  с выхода счетчика 5 импульсов. Этот поток про-ходит через открытый элемент И 8 на второй вход счетчика 3, в резуль-тате чего в счетчике 3 формируется код случайного временного интервала, в течение которого открыт по первому входу элемент 8.

Предположим, что счетчик 2 работа-ет в резервном режиме, т.е. на вычи-тание. В этом случае с поступлением на его третий вход  $n_k$ -го импульса счетчик 2 переходит в нулевое сос-тояние, а значение сигнала на его вы-ходе изменится на противоположное. В результате этого элемент И 8 зак-рывается, а вместе с этим прекраща-ется формирование кода случайного вре-менного интервала в счетчике 3.

При использовании пуассоновского генератора 1 случайных импульсов рас-пределение случайных временных интер-валов функционирования счетчика 2 им-пульсов описывается выражением

$$g_1 = \sum_{k=1}^m P_k \frac{\lambda (\lambda t)^{n_k-1}}{(n_k-1)!} e^{-\lambda t}$$

Так как каждому  $K$ -му значению па-раметра  $n_k$  соответствует единствен-ное заранее рассчитанное значение час-тоты  $f_k$  заполнения счетчика 3, то рас-пределение выходного потока случайных чисел описывается выражением

$$g_2 \approx \sum_{k=1}^m P_k \frac{\lambda_k (\lambda_k t)^{n_k-1}}{(n_k-1)!} e^{-\lambda_k t}$$

При этом коэффициенты  $\alpha_k$  пересчета счетчика 5 находятся из соотношения

$$\alpha_k = \frac{\lambda_k}{\lambda} = \frac{f}{f_k} \leq 1$$

$$\lambda = \max\{\lambda_k\}$$

Повышение быстродействия датчика случайных чисел обеспечивается за счет того, что формирование случайных временных интервалов с распределением  $g_1$  происходит с наибольшей интенсивностью  $\lambda$  генератора 1 случайных импульсов, а измерение этих интервалов и формирование требуемого распределения случайных чисел происходит с помощью пропорционального изменения (увеличения) частоты потока сигналов генератора 4 счетных импульсов.

Коэффициент  $\chi$  выигрыша в быстродействии определяется следующим образом.

Математическое ожидание длительности случайных временных интервалов, распределенных по закону  $g_1$ , равно

$$M_1 = \sum_{k=1}^m p_k \frac{n_k}{\lambda}$$

а математическое ожидание случайных величин, распределенных по закону  $g_2$

$$M_2 = \sum_{k=1}^m p_k \frac{n_k}{\lambda_k}$$

при этом  $\chi = \frac{M_2}{M_1} = \frac{\sum_{k=1}^m p_k \frac{n_k}{\lambda_k}}{\sum_{k=1}^m p_k \frac{n_k}{\lambda}} \geq 1$ ,

$$\alpha_k \leq 1$$

Таким образом, технико-экономическая эффективность предлагаемого устройства определяется более высоким быстродействием по сравнению с известными устройствами аналогичного принципа действия, в то же время по сравнению с известными датчиками случайных чисел параллельного принципа действия, реализующих, в частности, метод обратных функций, предлагаемое устройство значительно проще и имеет в 3-5 раз меньший объем памяти при воспроизведении с одинаковой точностью непрерывных законов распределения.

Разрядность формируемых случайных чисел легко изменяется выбором емкости второго счетчика 3 импульсов, частоты  $f$  генератора 4 счетных импульсов и интенсивности  $\lambda$  генератора 1 случайных импульсов, что позволяет

при необходимости дополнительно повысить быстродействие при меньшей точности измерения и меньшей разрядности выходных случайных кодов, либо повысить точность воспроизведения непрерывных распределений и разрядность выходных случайных кодов.

#### Формула изобретения

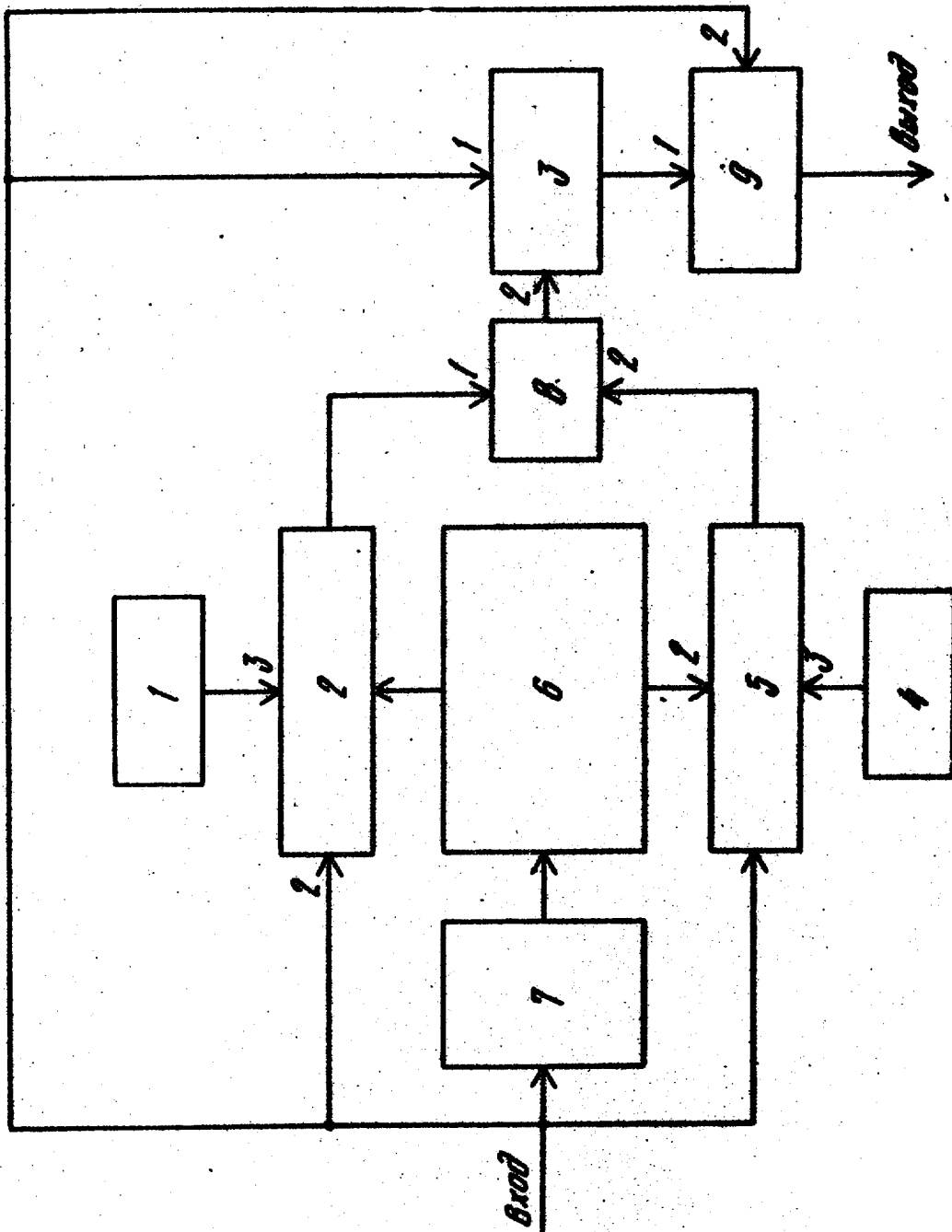
Датчик случайных чисел, содержащий генератор случайных импульсов, вероятностный  $(1, m)$ -полюсник, выход которого соединен со входом блока памяти, первый выход которого соединен с первым входом первого счетчика импульсов, отличающийся тем, что, с целью повышения быстродействия датчика, он содержит второй и третий счетчики импульсов, генератор счетных импульсов, элемент И и группу элементов И, выход которой является выходом датчика, первый вход группы элементов И соединен с выходом второго счетчика импульсов, а второй вход группы элементов И является входом датчика и подключен ко входу вероятностного  $(1, m)$ -полюсника, к первым входам второго и третьего счетчиков импульсов и ко второму входу первого счетчика импульсов, третий вход которого соединен с выходом генератора случайных импульсов, а выход первого счетчика импульсов соединен с первым входом элемента И, выход которого подключен ко второму входу второго счетчика импульсов, а второй вход элемента И подключен к выходу третьего счетчика импульсов, второй вход которого соединен со вторым выходом блока памяти, а третий вход третьего счетчика импульсов соединен с выходом генератора счетных импульсов.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 213424, кл. G 06 F 1/02, 1966.

2. Бобнев М. П. Генерирование случайных сигналов. М., "Энергия", 1971, с. 82.

3. Авторское свидетельство СССР № 543964, кл. G 06 F 1/02, 1976 (прототип).



Составитель А. Карасов

Редактор Л. Утехина. Техред М. Голинка. Корректор С. Шекмар.  
Заказ 3116/37. Тираж 745. Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР  
по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ИПИ "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4